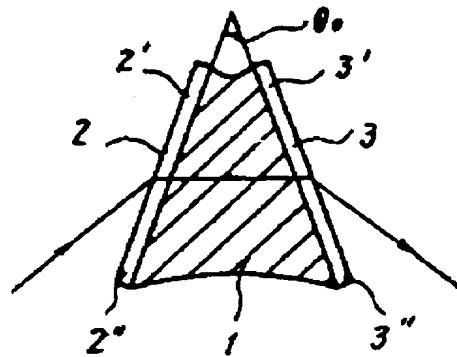


A5

**OPTICAL ELEMENT****Patent number:** JP60176017**Also published as:****Publication date:** 1985-09-10 **US4781445 (A1)****Inventor:** BABA TAKESHI; others: 04**Applicant:** CANON KK**Classification:****- international:** G02B26/10; G02B3/14; G02B5/04; G02B26/02; G02B27/40**- european:****Application number:** JP19840032999 19840223**Priority number(s):****Abstract of JP60176017**

**PURPOSE:** To vary relative positions of two optical surfaces with simple constitution by coupling two optical surfaces through an elastic body.

**CONSTITUTION:** Parallel plate glasses 2, 3 are coupled by interposing an elastic body 1 between them. End points 2', 3' of the parallel plate glasses are fixed, and the other end points 2'', 3'' are constituted so as to be movable under pressure by an external force. When the end points 2'', 3'' are pressed, the elastic body 1 is deformed, and a vertical angle  $\theta_0$  of a prism is varied. As for the elastic body 1, natural rubber and synthetic rubber can be used.



## ⑫ 公開特許公報 (A) 昭60-176017

⑬ Int.Cl. 1

G 02 B 26/10  
3/14  
5/04  
26/02  
27/40  
// G 02 B 13/00

識別記号

庁内整理番号

Z-7348-2H  
7448-2H  
7036-2H  
J-7036-2H  
8106-2H

⑭ 公開 昭和60年(1985)9月10日

8106-2H 審査請求 未請求 発明の数 4 (全8頁)

⑮ 発明の名称 光学素子

⑯ 特 願 昭59-32999

⑰ 出 願 昭59(1984)2月23日

⑮ 発明者	馬 場 健	東京都大田区下丸子3丁目30番2号	キヤノン株式会社内
⑮ 発明者	芹 沢 高	東京都大田区下丸子3丁目30番2号	キヤノン株式会社内
⑮ 発明者	臼 井 正 幸	東京都大田区下丸子3丁目30番2号	キヤノン株式会社内
⑮ 発明者	今 滝 寛 之	東京都大田区下丸子3丁目30番2号	キヤノン株式会社内
⑮ 発明者	能 濱 博 康	東京都大田区下丸子3丁目30番2号	キヤノン株式会社内
⑮ 出願人	キヤノン株式会社	東京都大田区下丸子3丁目30番2号	キヤノン株式会社内
⑮ 代理人	弁理士 丸島 優一		

## 明細書

1. 発明の名称 光学素子

2. 特許請求の範囲

- (1) 弹性体と、弹性体をその間に挟む2つの光学表面を有し、弹性体の変形によつて、2つの光学表面の位置が相対的に変化可能であることを特徴とする光学素子。
- (2) 弹性体の変形によつて、2つの光学表面が形成する頂角が変化可能である特許請求の範囲第1項記載の光学素子。
- (3) 弹性体の変形によつて、2つの光学表面が形成する頂角が変化する光学素子および対物レンズを有することを特徴とする結像位置可変光学系。
- (4) 弹性体を挟む2つの光学表面の位置を相対的に変化させることにより結像位置を可変とすることを特徴とする結像位置可変方法。
- (5) 2つの光学表面を光軸に対して垂直方向に相対的に変動させる特許請求の範囲第4項記載の結像位置可変方法。

(6) 2つの光学表面を光軸に平行な方向で相対的に変動させる特許請求の範囲第4項記載の結像位置可変方法。

- (7) 弹性体を挟む2つの光学表面の間隔を変動させることを特徴とする色収差補正方法。
- (8) 異なる分散特性を有する弹性体を光学表面の間にそれぞれ挟み、それぞれの光学表面の間隔を変動させる特許請求の範囲第7項の色収差補正方法。

## 3. 発明の詳細な説明

本発明は、2つの光学表面の相対的位置が変化可能な光学素子に関する。

このような、2つの光学表面の相対位置が可変な光学素子、例えば可変頂角プリズム、可変厚平行平板等は、焦点合わせや防振光学系等に有用であるが、従来、この種の素子として知られていたものは、2枚の平行平板ガラスの間に液体を封入したもの、ゴム膜中に液体を封入し、それを2枚の平行平板ガラスではさんで加圧変形するもの等である。しかし、これらはいずれ

も液体を用いており、液溜めや加圧装置が必要であるため、小型化や製造の点で問題が多い。

また、媒体として圧電素子を用いるものもあるが、変形量が小さい欠点がある。

本発明の目的は、これら欠点を解消し、簡易な構成で変化量の大きな、2つの光学表面の相対的位置が変化可能な光学素子を提供することにある。

本発明の更なる目的は、上記光学素子に最適な材料及び製法を提供することにある。

本発明の更なる目的は、上記光学素子を有効に用いた光学系を提供することにある。

本発明における光学素子は、弾性体と弾性体をその間にはさむ2つの光学表面よりなり、弾性体の変形によつて2つの光学表面の位置が相対的に変化可能であることを特徴とする。

以下に図面を用いて本発明を詳述する。

第1図は弾性体の変形によつて、2つの光学表面が形成する頂角が変化可能である光学素子の例である。

1は弾性体、2,3は平行平板ガラスであり、その端点2',3'は固定され、他方の端点2'',3''は外力による加圧で移動可能である。

第1図(a)は点2'',3''に加圧しない状態、第1図(b)は点2'',3''を矢印方向に加圧した状態を示す。このように、端点2'',3''を加圧することにより、弾性体1が変形し、プリズムの頂角が $\alpha$ から $\beta$ に変化する。このとき弾性体1として後述のような材料を使用することにより、わずかの外力でプリズム頂角の大きな変化量を得ることが可能である。

本発明による光学素子は、弾性体を挟む2つの光学表面の位置を相対的に変化させることで、結像位置を可変とすることができます。光学表面の位置の変動方向は任意に行ないうる。例えば光軸と平行又は垂直あるいは平行と垂直の両方向成分を持つように変動させることができる。第2図はその一例である。4,5はレンズであり、レンズ5は光軸と直交方向に移動可能である。第2図(a)はレンズ5が移動しない状態、第2図

(b)はレンズ5が光軸と直交方向に移動した状態を示す。図に示すように、レンズ5の移動により、レンズ4,5による像を光軸と直交方向に移動させることができるために、このような素子はTVカメラ等のゆれによる画像の移動を防止する防振光学系等に有用である。

次に、本発明に使用される弾性体として有効な材料について説明する。

本発明に用いる弾性体としては物体に力を加えると変形を起し、加えた力があまり大きくなき限り(弾性限界内で)、力を取り去ると変形も元にもどる性質(弾性)を有するものを用いることができる。

通常の固体では、その弾性限界内での最大ひずみ(限界ひずみ)は1多程度である。また、加硫された弾性ゴムでは、弾性限界が非常に大きくその限界ひずみは1000%近くになる。

本発明による光学素子においては、形成しようとする光学素子の特性に応じた弾性率のものが適宜使用されるが、一般に大きい弾性変形を

容易に得るため、或いは変形後の状態が光学的により均質になるようにするために弾性率が小さいものが好ましい。

なお、弾性率( $G$ )は $G = \rho/\tau$  ( $\rho$  = 応力、 $\tau$  = 弾性ひずみ)として表わされる。また、小さい応力で大変形を生じるような弾性は高弾性またはゴム弾性と呼ばれ、従つて本発明では特にこの種の弾性体が好ましく利用できることになる。

このようなゴム弾性体としては一般に"ゴム"として知られている天然ゴムや合成ゴム、例えばステレンブタジエンゴム(SBR)、ブタジエンゴム(BR)、イソブレゴム(IR)、エチレンプロピレンゴム(EPM,EPDM)、ブチルゴム(IIR)、クロロブレンゴム(CR)、アクリロニトリル-ブタジエンゴム(NBR)、ウレタンゴム(U)、シリコーンゴム(SI)、ふつ葉ゴム(FPM)、多硫化ゴム(T)、ポリエーテルゴム(POR,CHR,CHO)などを挙げることができる。中でも可視光で透明なエチレンプロピレンゴムやシリコーンゴムはその使用効

果が高い。これらはいずれも室温でゴム状態を示す。しかし、一般に高分子物質は分子のブラウン運動の程度によつて、ガラス状態、ゴム状態又は熔融状態のいずれかをとる。従つて、光学素子の使用温度においてゴム状態を示す高分子物質は広く本発明の弾性体として利用できる。ゴム状態における弾性率は、主にその弾性体を構成している高分子鎖の架橋状態によつて決定され、従つて、例えば、天然ゴムにおける加硫は弾性率を決める処理に他ならない。

本発明では使用する弾性体としては、小さい応力で大きな変形を得る事が望ましく、その為の架橋状態の調整は重要である。

しかしながら、弾性率の減少（小さい応力で大きな変形を示すようになる傾向）は、他方で強度の低下を招くため、形成しようとする光学素子の目的に応じた強度を保てるように、使用する弾性体を適宜選択することが必要である。又、その弾性率の測定も、光学素子の使用形態による応力の種類に応じて、例えば、引張り、

曲げ、圧縮などの方法から選んで行われる。

本発明に用いる弾性体としては、通常の固体での弾性率  $10^{11} \sim 10^{13}$  dyne/cm<sup>2</sup> よりも小さく、ゴム弾性体の  $10^6$  dyne/cm<sup>2</sup> 以下が適当で、好ましくは  $10^6$  dyne/cm<sup>2</sup> 以下、特に好ましくは  $5 \times 10^5$  dyne/cm<sup>2</sup> 以下であり、下記は弾性体が光学素子を構成する場合に、通常の液体とは異なり、こぼれない性状の弾性体であれば小さい程好ましい。なお、光学素子は、多くの場合室温で用いられるが、特に高温又は低温で用いられる場合もあるので、上記の弾性率の範囲は光学素子の使用温度におけるものである。

弾性体の硬さ、軟さはある程度その弾性に依存する。JIS K 6301では試料表面にスプリングにより微小なひずみを与え、その針入度によりゴムの硬質を評価する方法が規定されており、簡便に知ることが出来る。

しかしながら、弾性率が  $10^6$  dyne/cm<sup>2</sup> 以下と低い値になると上述の方法では、測定が出来ずその場合には JIS K 2008によるゲインチミクロ

硬度計を用いてその針入度で評価する。

又、弾性率が小さい場合、その測定方法として“引張り一伸び”では測定が困難なので圧縮（5%変形）によりその値を求め、先の針入度との対応を求めることが出来る。

ゴム弾性体は従来知られている加硫（橋かけ）によるもの他にエチレン-酢酸ビニル共重合体やA-B-A型ブタジエン-ステレンブロック共重合体などのように加硫を必要としないもの、又鎖状高分子などを適当（橋かけ点間の分子鎖長を制御）にゲル化する事によつて得ることが出来る。

これらはいずれもその架橋状態、ブロック共重合体に於ける分子の組合せ、ゲル状態などを調節しながらその弾性率の制御が行われる。

又、弾性体自身の構造により、その弾性体を削却する場合の他に希釈剤や充てん剤を加える事によつてもその特性を変化調節する事が可能である。

例えばシリコーンゴム（信越化学工業製：KS

104（商品名））と触媒（商品名：AT-104（信越化学工業製）を加えた場合、その添加量の増大とともに硬さ、引張り強さは低下し、逆に伸びは増大する。

このような材料は、その架橋密度のちがいにより種々の弾性率を得ることが可能で、特に大きな変形を得たい場合には、架橋密度の低いゲル状態で使用することが有効である。また種々の物質の混合により、その屈折率や分散を変化させることも可能である。

次に、本発明における光学素子に有用な製法について説明する。

第1の方法は、あらかじめ外力を加えないときに近い形状に弾性体を成形し、その後第1図又は第2図のことく、平行平板ガラスないしはレンズを接着する方法である。

第2には、レンズあるいは平行平板ガラスを鏡筒、もしくは適当な容器内にあらかじめ配置しておき、その空隙に液体状のモノマーを流しこみ、キャスティング成形する方法も可能であ

る。

第3に、所定形状の弾性体の表面近傍を硬化させ、光学表面として用いる方法がある。例えば、所定形状の容器内にモノマーを注入し、キャスティング成形を行なつてある程度直合せた後、表面付近に紫外線照射等の硬化処理を行なう。また、初めに容器の内壁にそつて硬化層を形成し、その硬化層内部でキャスティング成形することもできる。

次に、本発明における光学素子の駆動方法について説明する。本発明における光学素子は、基本的にその光学表面、あるいは光学表面以外の他の表面、あるいは弾性体の内部に外力を加えることによって容易に駆動される。

第1の方法は、ネジやカム等により機械的に力を加える方法で、例えば後述の第3図に示す光学系等で有効に活用される。

第2には、ピエゾ素子を用いる方法が挙げられ、この例としては第6図で後述される。

第3の方法は、電磁石を用いる方法であり、

この例は第7図～第9図で後述される。

また、他の方法としてはステッピングモータや熱膨脹・温差や叫変化によるゾルーグル転移の際の体積変化、あるいは形状記憶合金なども利用できる。

次に、本発明における光学素子を有効に活用した他の光学系の態様について説明する。

第3図および第4図は弾性体を挿む光学表面の間隔を変動させることによって写真レンズ等のフォーカシング、あるいはズームレンズの変倍時ににおける色収差変動の補正への応用を示す。

第3図(a)および第3図(b)において、6は写真レンズ等の通常のレンズ系、7はレンズ系6と像面間に配置された本発明における光学素子であり、本発明における光学素子7は、平行平板ガラス8,9,10及び異なる分散特性をもつ弾性体11,12よりなり、平行平板ガラス8,10はレンズ鏡筒に固定され、平行平板ガラス9は光軸方向に移動可能であり、その光軸方向の位置はヘリコイド、あるいはカム等によって、レンズ系6

の挿り出しによるフォーカシング機構、あるいはカムによるズーム機構と連動して最適位置に定められる。例えば、弾性体11,12の基準波長(例えばd線)に対する屈折率は等しくなり、副波長(例えばg線)に対する屈折率は各々 $N_1'$ 、 $N_2'$ で異なつてゐるとする。そうすると第3図(a)から第3図(b)のように、平行平板ガラス9が移動したとき、基準波長に対する光路長はかわらずに、副波長に対する光路長のみ変化し、これを利用して軸上色収差の補正を行なうことができる。

また、用途によつては、平行平板ガラス8あるいは10を可動とするか、または弾性体11,12の基準波長に対する屈折率を異なつたものとしておくことにより、基準波長に対するフォーカシング機能も同時にもたせることもできる。また、第4図のdのごとく、平行平板ガラス9に曲率をもたせることにより、高次の色収差に対する補正を行なうことも可能である。

第5図は、本発明における光学素子をフォー

カシングに用いた例である。6は前述のように写真レンズ等のレンズ系、13は本発明における光学素子であり、外側に平面を向けた2枚の平凸ないしは平凹レンズ14,15とその間の弾性体16よりなり、第5図(a)から第5図(b)のごとく、弾性体16が変形し、2枚のレンズの間隔を変化させることにより、結像位置を可変にできるものである。このとき、弾性体16とレンズ14,15の屈折率が近ければ、本発明における光学素子13によるフォーカシング機能は、平行平板ガラスの厚さの変化による光路長の変化であると見えることができ、2つのレンズ14,15の曲率、レンズ14,15と弾性体16の屈折率、分散等の選択によりフォーカシング時の収差変動を補正できる。

第6図に示す本発明における光学素子13'は第5図に示した素子のレンズ14,15の両面に曲をつけた例である。第6図において、14',15'は外側の面に曲率を有するレンズ、17はポリフタ化ビニルデン等の圧電体膜であり、電圧の印

加によって第6図(b)のごとく変形し、レンズ15'を光軸方向に移動させ、レンズ14',15'の合成系の焦点距離を可変とするものである。

ズームレンズはレンズ間の空気間隔を変化させることにより、レンズ系の焦点距離を変えるものであるが、空気間隔のみでなく、レンズの肉厚自体も可変であることが光学設計上望ましい。なぜなら、空気間隔の変化は無効な収差変動を伴い、また色収差補正の点からも、分散を有するレンズ媒質自身の肉厚変化が有効に利用できる。これらの点から、第6図に示したような電子はズームレンズ等の構成要素としても有用である。

第7図は、第1図に示した可変頂角プリズムを用いた、光ディスクのピックアップ用対物レンズ系の構成例である。18は本発明における可変頂角プリズムであり、平行平板ガラス20, 21と弾性体22よりなる。19は対物レンズであり、入射したレーザビームを光ディスクの記録面25上に結像する。結像されたレーザビ

ームはその位置の記録面に書きこまれている情報を従つて偏光状態に変化を受けて反射され、入射時と同様な光路を逆行し、検出器によつてその偏光状態を検出することにより記録されていた情報が読みだされる。第7図(a)はレーザビームの結像面が記録面の上方に第7図(b)は下方に移動したときの状態を示す。このような光ディスクは情報が同心円状に記録されており、光ディスクの回転によつてその記録を読み出すものであるため、振動や光ディスクの偏芯によらず、つねに同一円周上にレーザビームを結像するよう、トラッキングを行なう必要があるが、従来、トラッキングのための手段としては、対物レンズ全体の機械的移動や、ガルバノメータによる光偏向が用いられており、応答速度や装置の小型化の点で問題があつた。

第7図に示した例においては、検出したトラッキング誤差に応じて、可変頂角プリズムの頂角を図のごとく変化させることにより、きわめて容易にトラッキングを行なうことができる。

を3組設けることにより、入射光を2次元的に調向することも可能で円周方向の結像位置制御、いわゆるジッター補正も同時に行なうことが可能である。また、第9図に示した電子はマイクロフィルム等の微小物体の2次元光走査にも有効である。

また、第7図において、平行平板ガラス21を紙面内の回転だけでなく、光軸方向にも平行移動可能とし、入射ビームを平行でなく、集束ないしは発散光とすることにより光軸方向の結像位置制御、即ち自動焦点調節機能も付加することができる。

第10図(a)および(b)は、第7図における平行平板ガラス21をレンズ27に置き換えた電子26を用いた場合である。この場合も、第7図の例と同様に、レンズ27の紙面内における回転によりトラッキングを行なうことが可能であり、またレンズ27の光軸方向への平行移動により図のごとく焦点調節を行なうことができる。

第11図は本発明を防振光学系へ用いた例で

あり、本発明における光学系 28 はレンズ 29, 31 と弾性体 30 よりなり、32 は鏡筒、33 は撮像管等のセンサー面であり、31 と 33 は鏡筒 32 に固定されている。第 11 図(a)のごとく物体がセンサー面 33 上に結像しているとき振動により鏡筒 32 が第 11 図(b)のごとく傾いたとする。このとき、もしレンズ 29 も同様に傾くと、図の点線のようにセンサー面上の像位置が第 11 図(a)と大きくずれ、見苦しい画像のゆれが生じる。しかし、本発明においては、前述したような材料を弾性体 30 として用いることにより、急激な振動に対してはレンズ 29 はあまり位置を変えない。これは、前述の材料がいわゆる粘弾性を有するためであり、その粘弾性のために急激な変形が妨られる。したがつて第 11 図(b)の実線のごとく、センサー面上の像位置の急激な変動が緩和される。さらに第 11 図(b)のように傾いた状態である程度時間が経過すると、弾性体の弾性によつて徐々にレンズ 29 の位置は図の点線に近づく。従つて光学系の急

激な振動や移動に対しても、センサーより得られる画像は常にゆつくりと動くことになり、安定した画像が得られる。

なお、以上、相対位置が変化可能な光学表面が 2 つの場合を説明したが、ベンタプリズム等、多数の光学表面を有する場合にも本発明が適用されるのは明らかである。

上述のように、本発明によれば簡単な構成で 2 つの光学表面の相対位置に大きな変化を与えることが可能で、他々の光学系に有効に活用できる。

#### 実施例

第 12 図に示すように、厚さ 2 mm、外径 50 mm のガラス板 35 を底面に入れたアルミ製容器 34 に、弾性体として厚さ 7 mm のシリコーンゴム 36 (商品名: KE104GeL, 信越化学製) を収容し、その上に厚さ 2 mm、外径 40 mm のガラス板 37 を載置した。なお、シリコーンゴム 36 とガラス板 35 及び 37 とは、シランカップリング剤により接着した。ガラス板 35, 37 の屈折

率は 1.52、シリコーンゴム 36 の屈折率は 1.40 であつた。ガラス板 37 の上に第 13 図のごとく、3 つの永久磁石 38, 38', 38'' を接着し、各々に対向してガラス板 35 の下方に 3 つの電磁石を設け、各電磁石に流す電流を変化させることにより、ガラス板 37 を  $0^\circ$  ~  $\pm 1^\circ$  の範囲で傾かすことができた。この状態で第 12 図の下方より底面のガラス板 35 に垂直に光線を入射させると、ガラス板 37 より出射した光線のふれ角を  $0^\circ$  ~  $\pm 4^\circ$  の範囲で変えることができた。

#### 4. 図面の簡単な説明

第 1 図(a)および第 1 図(b)は本発明における光学系の 1 例の断面図、第 2 図(a)および第 2 図(b)は本発明による光学系の他の例の断面図、第 3 図(a)と第 3 図(b)および第 4 図はそれぞれ本発明における光学系を応用をした光学系の断面図、第 5 図(a)および第 5 図(b)は本発明による光学系を応用した他の光学系の断面図、第 6 図(a)および第 6 図(b)は本発明における光学系の他の例の断面図、第 7 図(a)および第 7 図(b)は

本発明による光学系を応用した他の光学系の断面図、第 8 図(a)と第 8 図(b)および第 9 図(a)と第 9 図(b)は第 7 図の本発明による光学系を説明する図であり、第 8 図(a)および第 9 図(a)はその正面図、第 8 図(b)および第 9 図(b)はその裏面図、第 10 図は第 7 図に示す光学系の変形例の断面図および第 11 図は本発明による光学系を応用した他の光学系の断面図である。第 12 図および第 13 図は実施例に掛けた光学系の断面図および平面図である。

1, 11, 12, 16, 22, 30 … 弾性体

2, 3 … 平行平板ガラス

4, 5 … レンズ

8, 9, 10 … 平行平板ガラス

14, 15 … レンズ

17 … 壓電体膜

20, 21 … 平行平板ガラス

19 … 対物レンズ

25 … 記録面

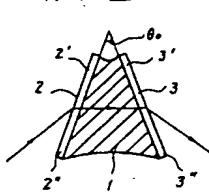
23, 23', 23'' … 電磁石

24, 24' ... 強磁性体  
 29, 31 ... レンズ  
 32 ... 鏡筒  
 33 ... センサー面  
 34 ... 容  
 35, 37 ... ガラス板  
 36 ... シリコーンゴム  
 38, 38', 38'' ... 永久磁石

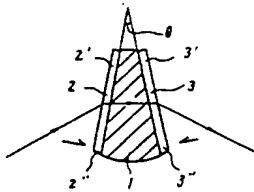
出願人 キヤノン株式会社  
 代理人 丸島儀 

特開昭60-176017(7)

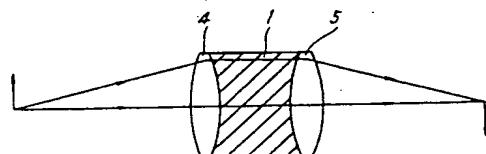
第1図(a)



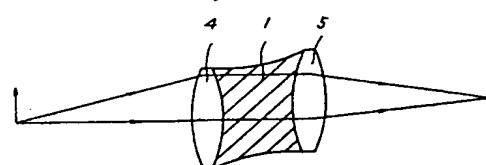
第1図(b)



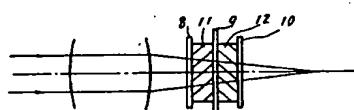
第2図(a)



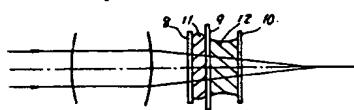
第2図(b)



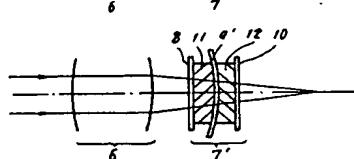
第3図(a)



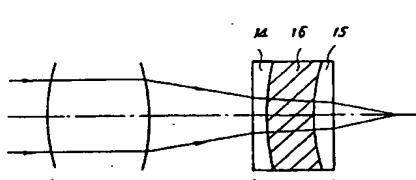
第3図(b)



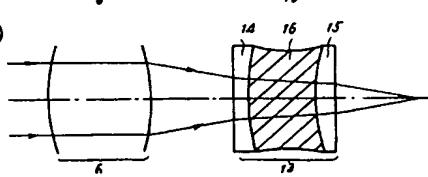
第4図



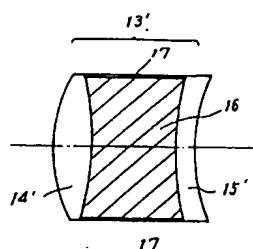
第5図(a)



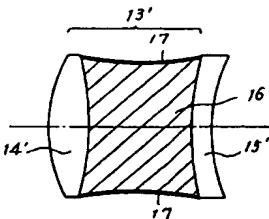
第5図(b)



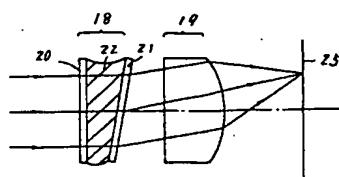
第6図(a)



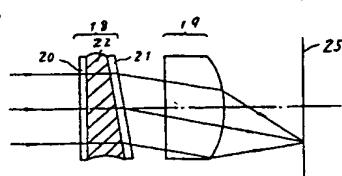
第6図(b)



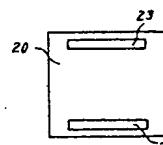
第7図(a)



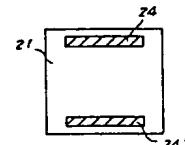
第7図(b)



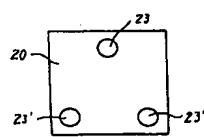
第8図(a)



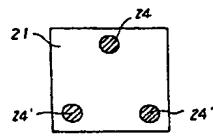
第8図(b)



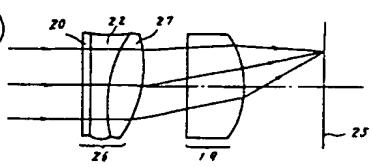
第9図(a)



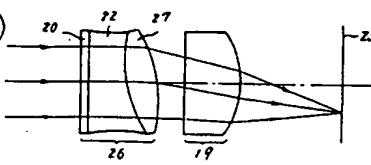
第9図(b)



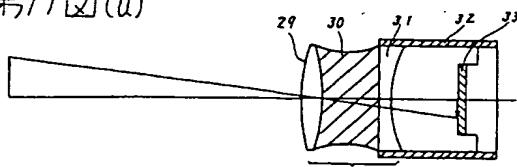
第10図(a)



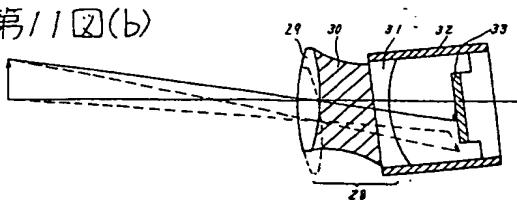
第10図(b)



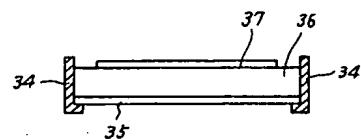
第11図(a)



第11図(b)



第12図



第13図

